臺灣總督府

農業試驗所彙報

第二百二十號

黃麻の生長竝にその機械的組織の發達に對する土壌水分の影響に就いて

臺灣總督府農業試驗所

昭和十八年八月

黄麻增産の一方策としてその合理的用水法の確立は極めて緊急を要する事項である。本報は纖維作物に對する用水法研究の一部として黄麻と土壤との水分關係特に生長竝に機械的組織の發達と土壤水分との關係を究明し灌排水の實際問題に對する基礎資料を與へたもので上梓して一般の參考に供する。

昭和十八年八月

臺灣總督府農業試驗所長
農學博士　磯　永吉

臺灣總督府農業試驗所彙報　第二百二十號

黃麻の生長竝にその機械的組織の發達に對する土壤水分の影響に就いて

目　　次

I. 緒　　言……………………………………………………………1

II. 材料及び研究方法……………………………………………………1

III. 實驗結果……………………………………………………………3

IV. 考　　察……………………………………………………………8

V. 摘　　要……………………………………………………………11

VI. 引用參考文獻…………………………………………………………12

黄麻の生長並にその機械的組織の發達に對する土壤水分の影響に就いて

技師　玉井虎太郎
技師　片山　廣

I. 緒　言

畑作物に對して用水法を合理化すれば增産の可能性大なることは論議の餘地なきところであるが、この合理的用水法を確立する上に第一に必要な資料は作物と土壤との水分關係である。

黄麻が水に鋭敏であることは栽培當事者から度々聞かされることであるが、この作物の對土壤水分關係は未だ充分に明かにされてゐるとは言ひ得ない。そこで筆者の1人玉井が設計し先に甘藷外一、二の *Ipomoea* 屬植物及び野草の對土壤水分關係の研究に使用して好成績を得た自働灌水式苗床(7)を利用、黄麻に對するこの方面の研究を行つた。但し今回は土壤水分の變化に對應する黄麻の生長量の變化を調べた外にその組織的變化、特に機械的組織に見られる變化に就いても注意を拂つた。

本研究は玉井がその業務の一つとして片山と協同して、農業試驗所の援助のもとに主として臺中高等農林學校植物學教室に於て行つたものである。實驗上又は本文作成上種々の援助と助言を與へられたる臺中高等農林學校長野田幸猪博士、同校古城坤三教授、農業試驗所加茂巖博士並に同病理科小川正行氏に對し深甚なる謝意を表す。

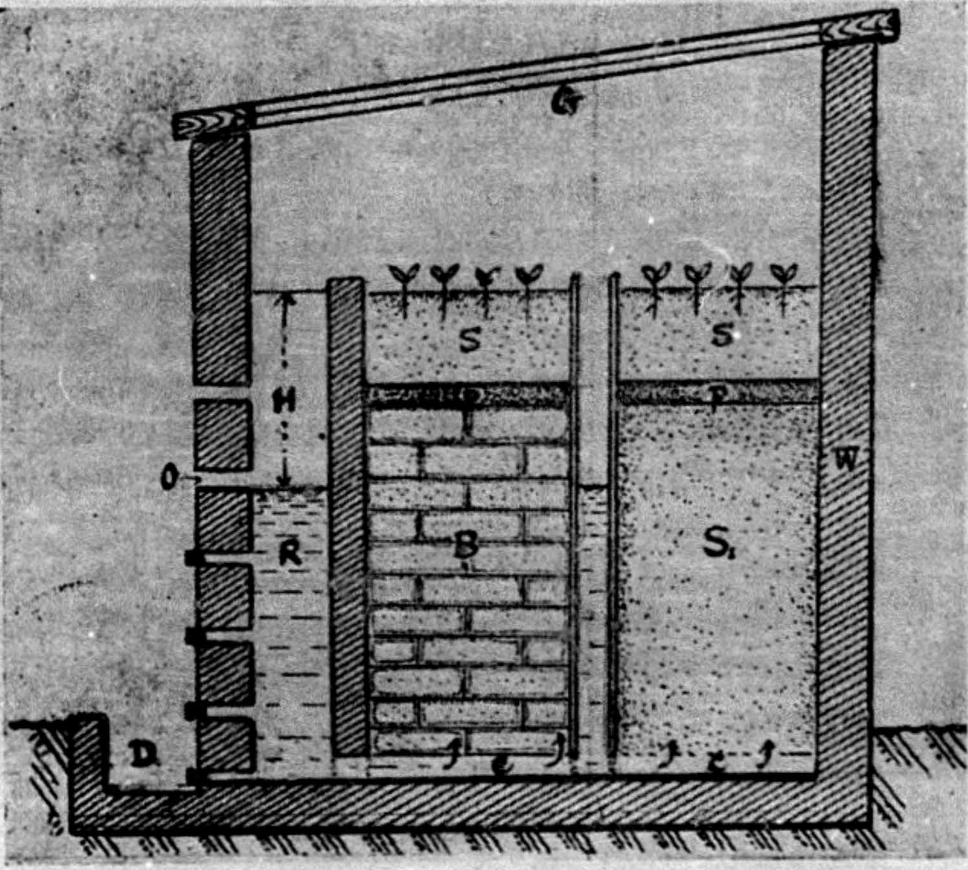
II. 材料及び研究方法

黄麻の供試品種はかつて鈴田氏が紹介されたハルマヘラ5號(6)を使用した。供試土壤としては淡水河畔の砂質壤土(10)を使用し、之にその容積の約30分の1にあたる蹄骨を主材料とする堆肥を混和、肥料とし追肥は行はなか

臺灣農事報　第39年第〇號別刷

つた。この供試土の容水量は48.3%（ヒルガード法、對乾土重量%）であつた。これを第1圖に示す如き2種の自働灌水式苗床にそれぞれ5區宛、合計10區を設け、各區均等に15 cmの深さ充塡した。その後各區とも地下水位を地表より10 cmとし充分土壤が吸濕するのを待つて4月16日播種19日發芽後二つ

試驗區番號	1	2	3	4	5
地下水位（cm） （水面より地表までの距離）	5	10	20	60	90



第1圖　黄麻の對土壤水分關係の研究に使用した自働灌水式苗床の斷面圖

B—煉瓦　　C—導水路　　W—タンク壁
P—素燒板　　R—貯水槽　　G—硝子障子
S—栽植用土壤　　H—地下水位　　D—排水路
S_1—給濕用土層　　O—余水明け

左方の苗床を煉瓦給濕體型、右方の苗床を土層給濕體型と呼ぶ。

の型の自働灌水苗床いづれも次の如く5階段にその地下水位を變更し、收穫日(7月5日)まで出來る丈この水位を保つ樣に努めた。

第1圖に揭げた自働灌水式苗床は自働灌水裝置の分類によると所謂給濕體式に屬するもので(7.8)水は土壤(S)の下にある素燒板(P)を通じて煉瓦(B)又は土層(S_1)によつて貯水槽(R)から供給される樣になつてゐる。栽植用土壤(S)への供給水量の多少は土表面と貯水槽(R)の水面までの距離(H)によつて決り、このHの値に反比例的に土壤水分は增減する(7.8)。この土壤水分調節の原理は Livingston 氏の裝置及び玉井が先に紹介した平型給濕槽式の自働灌水裝置(8)などと同樣である。只この自働灌水式苗床の栽植用土壤の下に素燒板(P)を特に挿入したのは、各試驗區植物の利用する土壤容積の均一化を計り、利用土層の深さの相違に由來する養分利用量の違ひが水分問題に介入することを避けんとしたものである。つまり植物對土壤の水分關係の基礎的見解を得るための處置に過ぎない。

III. 實 驗 結 果

第1圖の如き2種の自働灌水式苗床を利用し實驗を開始したが、兩者から得られた實驗結果を比較した結果殆んど全く同一傾向のものであつたから、玆には土層給濕體型によつて得られた成績のみを報告しこれを基として考察を行ふこととする。

生長と地下水位

各區とも最初同一地下水位(10cm)に保つたので發芽は一揃に行はれたが、發芽と同時に地下水位を先述した如く5階段になるやう調節したところ5～6日後には一見して明かに各區の發育程度に差異が認められる樣になつた。5月16日までは苗床の上に硝子障子を被ひ雨露を避けたが、其の後收穫期7月5日まで無蓋となし自然降雨にまかせた。從つて4月19日より5月16日までは無雨狀態に於ける地下水位の黄麻に對する影響試驗であり、其の後は有(多雨)雨狀態に於ける同意義の試驗を行つたことになる。この二つの狀態に於ける地下水位の草丈に及ぼす影響を調査したものが第1表である。

第1表　黄麻の草丈と地下水位との關係

試驗區番號			1	2	3	4	5
地下水位(cm)			5	10	20	60	90
草丈(實數cm)	測定月日						
	5月5日	無雨狀態	10.2	13.8	12.8	10.9	7.3
	5月16日	無雨狀態	45.0	59.0	58.3	51.4	40.7
	5月25日	有雨狀態	64.7	71.0	82.1	71.3	58.6
	6月15日	有雨狀態	134.0	163.0	173.0	158.0	135.0
	6月30日	有雨狀態	188.6	223.6	246.4	223.2	194.4
草丈(比較%)	5月5日	無雨狀態	80	108	100	85	57
	5月16日	無雨狀態	78	101	100	88	70
	平均値		79	105	100	87	64
	5月25日	有雨狀態	79	86	100	87	71
	6月15日	有雨狀態	77	94	100	91	78
	6月30日	有雨狀態	77	91	100	91	79
	平均値		78	90	100	90	76

第1表によると黄麻の草丈に對して無雨狀態での好適地下水位は 10cm であり 5cm では多濕に過ぎ又 20,60,90 cm と地下水位が下ると共に草丈は縮少してゐる。有雨狀態でもほゞ傾向は同樣であるが、好適地下水位が10 cm より 20cm と移動してゐるのが眼につく。又同時に無雨狀態から有雨狀態に移したために、地下水位は同一でも多濕による草丈抑制の度合は强化され、他方乾燥による草丈抑制の度合が緩和されるのが見られる。次に莖の直徑(地際より10cm高)と地下位との關係を見ると(第2表參照)、この關係は草丈の場合と殆んど同樣で、好適水位は無雨狀態で 10cm、有雨狀態では 20cm に變つて居る。又多濕による抑制が有雨狀態で强化された*こと、乾燥による抑制が之に反して緩和されたことも草丈の場合と同樣である。

* この有雨狀態に於いてある區では、多濕による生長抑制の强化が起り、他の區では旱害の輕減が起つたことは試驗期間中比較的降雨が多かつたために排水が可成迅速に行はれたにもかゝはらず幾分土壤水分が無雨狀態の場合よりも全區にわたり多くなつたことによるものであらう。

第2表　黄麻の莖の直徑と地下水位との關係

試驗區番號			1	2	3	4	5
地下水位(cm)			5	10	20	60	90
	測定月日						
實數(cm)	5月16日	無雨	0.43	0.56	0.55	0.46	0.36
	6月15日	有雨	1.02	1.48	1.52	1.39	1.32
	6月30日	有雨	1.51	2.01	2.15	2.03	1.63
比較(%)	5月16日	無雨	78	102	100	84	65
	6月15日	有雨	67	98	100	92	87
	6月30日	有雨	70	93	100	94	72
	平均値	有雨	69	96	100	93	80

生量と地下水位の關係に於いては第1～2表に見られた樣に、無雨狀態から有雨狀態に變ると好適水位が10cmより20cmに移動することは見られない。然し多濕による生長抑制の强化と乾燥による生長抑制の緩和が見られる點は、全く草丈及び莖の直徑の場合と同樣である。從つて之等の三形質と地下水位及降雨との關係は傾向に於いて一致するものと見做すことが出來よう。

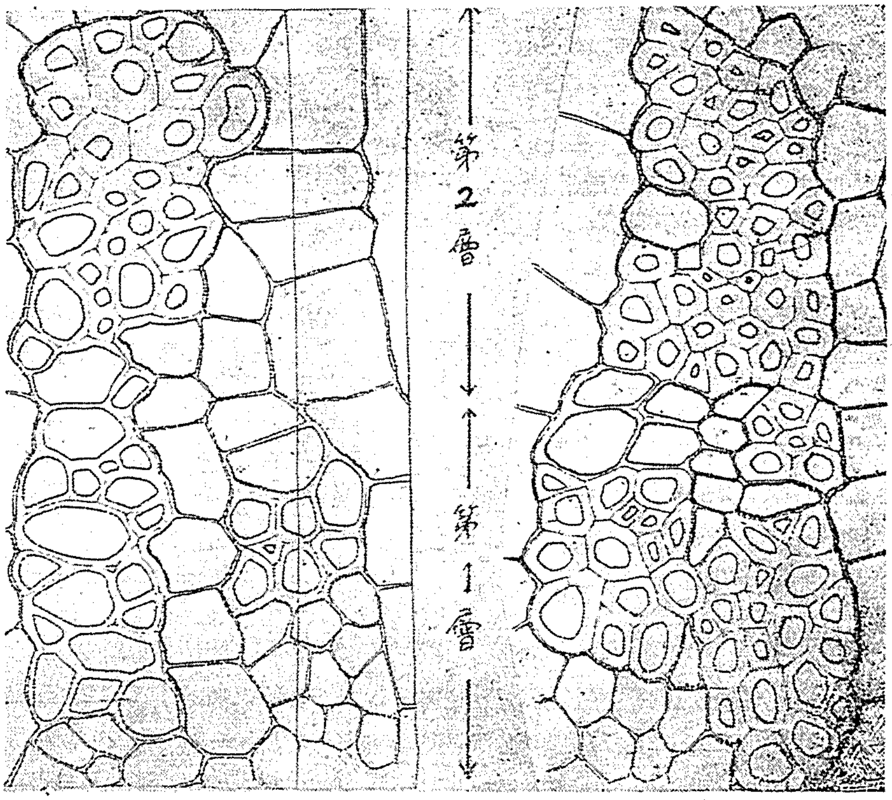
第3表　黄麻の生量と地下水位との關係

試驗區番號			1	2	3	4	5
地下水位(cm)			5	10	20	60	90
	測定月日						
實數(g)	5月5日	無雨	1.01	1.68	1.72	1.25	0.50
	5月16日	無雨	10.0	21.3	21.3	15.5	10.2
	7月5日	有雨	253.0	510.0	558.0	536.0	298.0
比較(%)	5月5日	無雨	59	98	100	73	29
	5月16日	無雨	47	100	100	73	48
	平均値		53	99	100	73	39
	7月5日	有雨	46	92	100	96	53

次に地下水位の過高及び過低のために起る生長抑制の程度を草丈、莖の直徑及び生量の內最も收量に密接な關係のある生量(地上、地下生量の合計)、特に收穫時生量に就いて調べて見ると、最高水位區(5cm)では好適水位區(20 cm)の46%、最低水位區(90cm)は53%でいづれも顯著な生長抑制が現はれてゐる(第3表參照)。

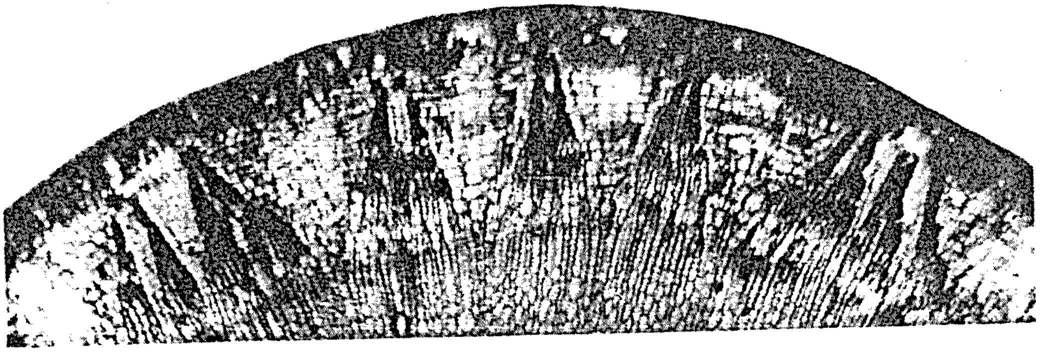
機械的組織の發達と地下水位

玆に機械的組織と云ふのは、莖の靱皮纎維及び導管を合せたものを指示してゐる。以下の記述は5月16日の材料卽ち發芽後26日目のものに就いてである。草丈は各區で多少異つてゐるが、大體40~60cm の間にあるもので、檢鏡箇所は地際で子葉着生部位を基準とした。Phloroglucin HCl で木化の程

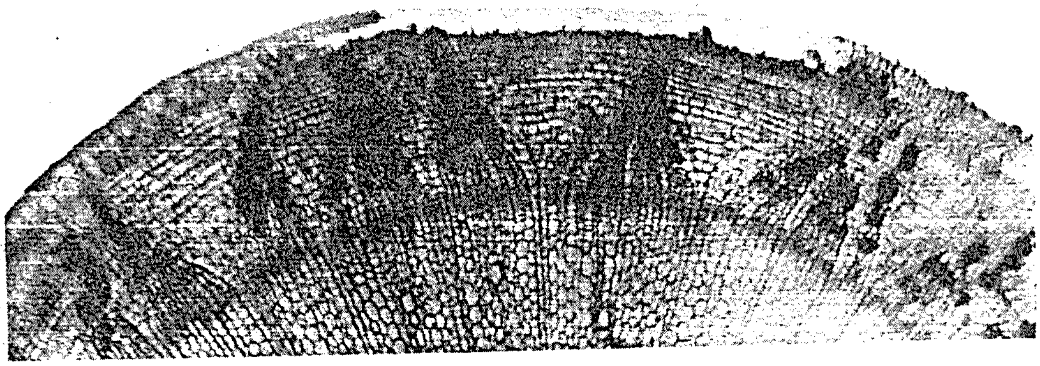


第1區(地下水位5cm)　　第5區(地下水位90cm)

第2圖　地下水最高區(5cm 區)と最低區(90cm 區)に生育せる黃麻の靱皮纎維細胞の發達程度の比較
第1層とあるは最も內側の纎維細胞層である。

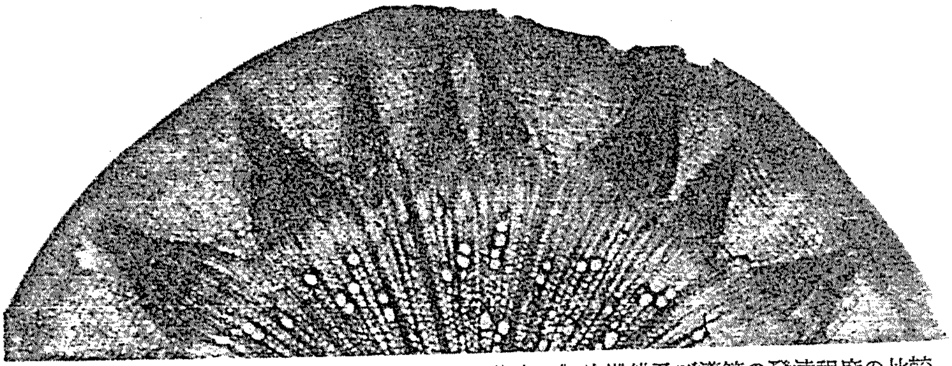


第1區



第3區

第4區



第5區

第3圖　地下水位を異にする土壤に生育せる黄麻の靱皮纖維及び導管の發達程度の比較

度を見ると同時に、サフラニン染色により繊維細胞、導管の分布及び發達程度を見た。

第2圖は地下水位を異にする各區の黄麻の莖基部に於ける靱皮部及び木質部の一部に於ける機械的組織の發達程度を比較したものである。第2區は第3區と殆んど變らなかつたから寫眞を省略した。

靱皮纎維束數

黄麻莖基部の靱皮纎維束はその一つがほゞ三角形をなし、木質部を中心に放射狀に配列されて居るからその束數を算へることが出來る。又一纎維束は第2圖に見られる樣に數層の纎維細胞群が積重つて全體が三角形をなしてゐる。從つてこの纎維細胞群の層數を各區間に比較することも纎維束數を比較することと同樣、纎維組織の發達度を比べる上に意味があると思はれる。この外、纎維細胞數、同細胞膜の肥厚の程度、木化の程度なども纎維組織の特性を知る上に重要である。之等の數量的な詳細は別報することとし、茲にはその概要を記述することにする。

纎維束數は1〜4區までは大約31〜33箇の間にあり各區大差ないが、最低地下水位の第5區にいたり23〜26箇に減少する傾向が認められる。次に一纎維束を形成する纎維細胞群の層數は、地下水位が低くなると共に明かに增加の傾向が認められ、最高地下水位の第1區は3〜4層であるのに對し最低の地下水位の第5區は6層のものも見出された。尙1層を形成する纎維細胞群に就て詳細に觀察すると、第3圖に見る樣に第5區は第1區に比し細胞數に於ても、細胞膜の肥厚の程度に於ても著しく優つてゐる樣である。Phloroglucin HCl による木化の程度を比較したが、之れも明かに第5區の方が進んで居た。

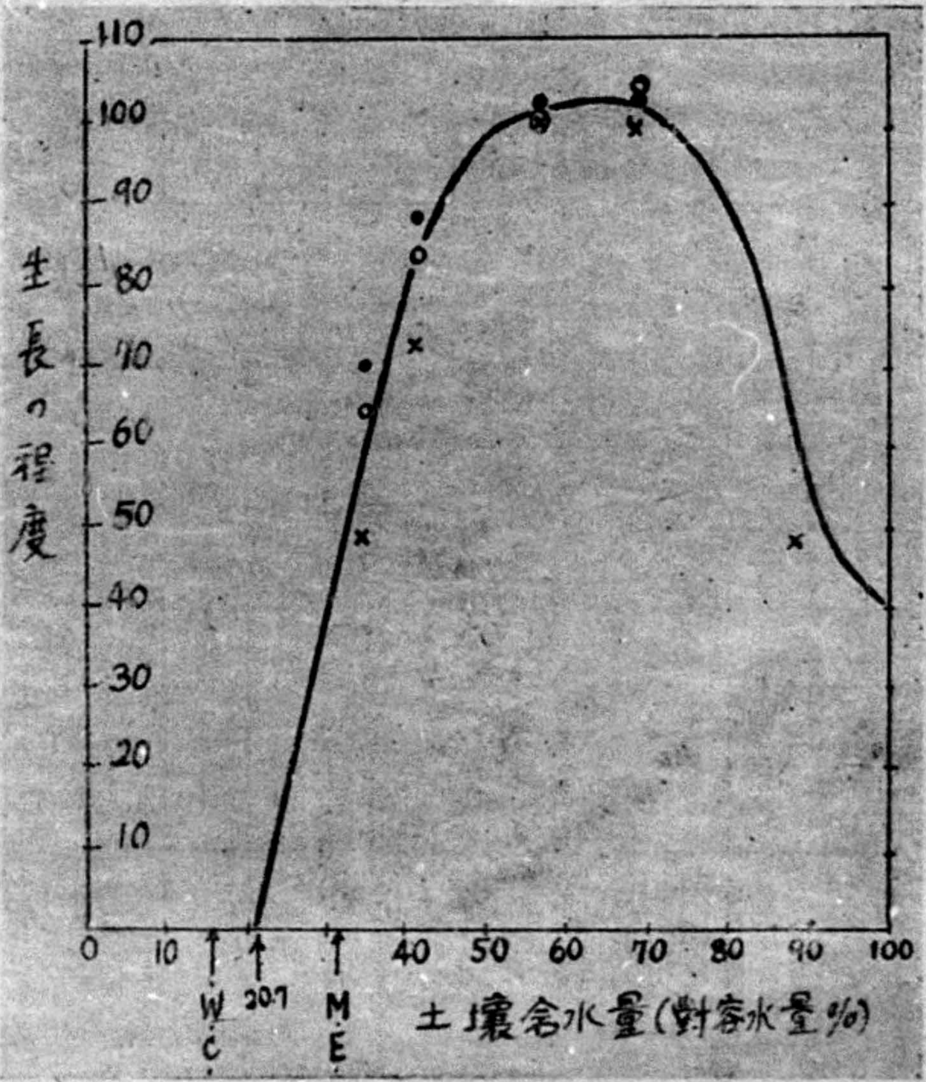
次に導管である。これは明かに外の細胞と區別可能なものを取上げて各區の材料間にその横斷面への出現數を比較したが、これ又第4及び第5區の地下水位低きものに多數出現するのが見られた。

要するに地下水位の高い多濕な區では、黄麻の地際の纎維も導管も發達惡く、全體として高地下水位は機械的組織の發達を阻害することがわかつたのであり、同時に機械的組織の發達に好適なる地下水位は上述の結果を綜合すると大約第4區附近に存在するものの如くである。

IV. 考　　察

黃麻の生長と土壤水分

上述の結果によると地下水位の上下に對して草丈、莖の直徑及び生量は略同樣に變化し、最適地下水位は無雨狀態では 10cm であり、それより高低



第4圖　黃麻の生長と土壤含水量との關係
圖中の×は生量、○は莖の直徑、●は草丈
W.C.は凋萎係數　　M.E.は水分當量
兩者の中間の數字20.7は生長停止點の含水量

いづれも生長を抑制した。然し有雨狀態に移つた後は 10cm 區は發育が抑制され、最適水位は 20cm に移つた。地下水位 低い區の發育抑制も幾分緩和せられた。斯くの如く降雨の有無により最適水位は多少變化したが、その差は僅かに 10cm に過ぎなかつた。從つて地下位と生長量との關係は比較的安定したものと見做すことが出來る。然しこの關係を地下水位に對應する土壤含水量(飽和時水分に對する%)と生長との關係に轉換すれば、一層その關係が安定普遍性を帶びたものになつて來る。この樣な觀點から作圖したのが第4圖である。土壤含水量は5月16日の無雨狀態に於ける實測値である。生長の程度を示す程度は同日の黄麻生量、莖の直徑及び草丈の比數(第1,2,3表)を使用した、從つてこの曲線は之等の各項を包含した意味の生長と、土壤含水量との關係曲線であると云ふことが出來る。

この曲線に就いて注意すべき第1の事柄は、生長に對する最適水分が飽和の70%附近にあるが、好適水分域は50～75%の間に分布し、50～70%を好適水分域とする普通の作物よりは稍々好濕性を帶びるもののやうに思はれることである。これに關聯して申述べねばならぬことは曲線右半末尾の走向が90～100%(含水量)附近からやゝ下降速度を減じてゐることである。これは黄麻と言ふ植物が一般に浸水されると莖の浸水部或はその稍々上部まで短時間の間に多數の不定根が發生するのみならず、地下の根よりは地上に向つて伸びる根つまり脊地性を示す根が多數に且つ迅速に形成され、浸水狀態に耐へる性質がある。この性質を考慮したためである。之等の不定根は恐らく主として呼吸根の役割を果すものと考へられる。

次は生長停止時の含水量の位置に就いてである。今回の供試地下水位の範圍では植物の生長停止時含水量、卽ち生長停止點は自働灌水苗床を使用して實測不可能である。然し曲線を延長して大體の推定が可能で、しかもその推定生長停止點は別途に自記生長計を附して實測した値と殆んど完全に一致したのである。

もう一つ注意すべきことはこの黄麻の生長停止時の土壤含水量は水分當量と凋萎係數との中間に位し、之等水分常數に對する相對的關係は別種の土壤に栽植した黄麻、煙草、甘蔗に於いて見出された關係(9,11)と一致することである。

黄麻の機械的組織の發達と土壌水分

一般に植物體はその外圍が乾燥すると、その機械的組織は發達する傾向を示すものの如く(5)、又逆に過濕は機械的組織の發達を抑壓する傾向がある。加藤、安田兩氏(3)は深水に生育した水稻が比較的水分の少ない狀態に生育した水稻に比し、機械的組織の軟弱化するのを認め、吉田氏(13)は亞麻の纖維細胞數が適量以上の水分の存在によつて、生育中期以後その増加を阻害されるのを認めた。又纖維の步留は土壌の乾燥した區ほど良好であつた。池田、稻留、星加、中山氏等(2)は土壌の乾燥がケナフの纖維の强度に好影響を及ぼすのを見た。最近藤田氏(1)は種々の土壌水分に生育したヒマハリに就いてその細胞膜物質を分離比較定量したが、それによるとペクチン質は乾燥により減少、セルローズは不變であるが、リグニン及びミセルロースは乾燥によつて増加するのを認めた。

筆者等が黄麻莖の地際に於ける機械的組織發達と、土壌水分との關係に就いて行つた觀察結果も之等の旣往の知見を裏付けるもので、地下水位の高い區(飽和に近い水濕を含む)では纖維も導管の發達も大いに阻害されるのが見られ(第2及び3圖)、機械的組織發達に對する好適水位乃至土壌含水量は未だ適確なところは明かでないが、略々地下水位60cm附近、土壌含水量にして40~50%附近である樣に思はれる。從つて機械的組織の發達に對しては生長に對するよりも稍々乾燥した土壌が好適であると云ふことになる。

次にこの機械的組織の發達と土壌水分關係竝に生長のそれとを比較對照することにより、實際問題として黄麻の栽培に對する好適土壌水分がほゞ決つて來る筈であるが、玆に述べた資料は莖の地際に於ける所見であるから尙この外莖の中上部に於ける、纖維の發達度竝に纖維の實收量、品質等をも考慮して綜合考察して決定されるのが至當であらう。それでこれ等の資料の整理をまつて再びこの問題に言及することにしたい。

上述の如く一部少しく未解決の問題も殘されてゐるが、本實驗の結果は之を灌漑、排水と言ふ用水法の側から見るとそれぞれ興味あるものが藏せられて居る樣に思はれる。

先づ排水の側から興味あることは、黄麻が比較的僅少な排水によつてもその收量(生量)を著しく增加し得たと言ふことである。本實驗の結果によると、

地下水位高く飽和に近い土壌に生育する黄麻は、僅々 10～15cm 地下水位を下げると言ふことによりその根の生育する土層の水分は、好適状態になり收量は殆んど倍に增加した。(第3表)又この地下水位の降下は收量のみならず纖維の發達にも好影響を與へることが出來る樣に思はれるのである(第2圖參照)。略ゝ同樣の效果は畦の高さを增すことによつても擧げ得ることは言ふまでもない。この種の土壤中水分の局處的變化が作物の生育を著しく好轉せしめ得ることは、黃麻乃至比較的深根性ならざる作物による低濕地の利用開發と言ふ側から注目すべきことである。特に根の旺盛なる呼吸が豫想される熱地のこの種地帶を利用開發する場合には第一に考慮されるべき事項であらう。

次に灌漑の側から興味があるのは、先述した黃麻の生長と土壤含水量關係殊にその生長停止時含水量に就いてである。元來この生長停止時の土壤含水量は灌漑開始の時期を知る上に或は灌漑間隔 (Irrigation interval) を考究する上に重要な參考資料である。この含水量の土壤水分常數に對する相對的關係が上に述べた如く、黃麻とは可成性質の異つた作物、例へば甘蔗或は煙草のそれと一致乃至殆んど一致すると言ふことは、灌漑開始時の決定、灌漑間隔の決定に就いては黃麻は甘蔗及び煙草と同一取扱ひを行ひ得ることを暗示するものと思はれる。これは植物の個性を無視する結果となるが、これが可能となれば灌漑は簡易化される筈である。果して斯る個性を全々無視することが可能かどうかは次に檢討すべき問題である。

V. 摘　　要

纖維作物に對する用水法の研究の一部として、黃麻と土壤との水分關係、特に生長及び機械的組織の發達と土壤との水分關係を見た。

土壤水分の調節には自働灌水式苗床を使用し、同苗床內各試驗區の地下水位を變へて目的を達した。供試土壤は淡水河畔の砂壤土、供試品種はハルマヘラ5號を使用した。機械的組織は莖(地際)の靭皮及纖維と導管を觀察した。主要結果は次の如くである。

1) 黃麻の生長には好適なる地下水位があり、降雨なき狀態では約 10cm であつた(地下表)。

2) この好適水位は降雨の有無で多少變化し降雨ある狀態では約 20cm であつた。この好適水位にある區の收量(生量)は飽和に近い水分を持つ區の收量の約2倍であつた。

3) 灌漑間隔を見出す上に第一に必要である生長停止時の土壤內殘水量は別途に精密な方法で測定したが、この値は玆に自働灌水式苗床を使用して求めた結果から算出したものとよく一致した。この土壤含水量は供試土壤水分常數との間に一定の關係が見出される如く、この關係は別報砂土及び粘土に植ゑた黃麻、甘蔗及び煙草の場合と一致した。

4) 土壤水分、生長關係曲線も作成され、好適水分其他に就いて吟味した。

5) 靱皮纎維の發達に對する好適土壤水分は、生長に對する好適水分(約70%)よりも低い樣に思はれた。導管の發達に對しても同樣のことが認められた。結局總體として機械的組織の發達には生長に對するよりも、やゝ乾いた土壤が適當の樣に考へられる。

以上の種々の資料を綜合すると、黃麻栽培に對する好適水分がほゞ見當が附く樣に思はれるが、更に莖の各部の靱皮纎維の發達、纎維の實收量、品質等と土壤水分との關係が明かにされた上で言及することが妥當であらう。

尙上記の實驗結果を基として黃麻の灌排水の實際問題に就いても一、二關聯事項を記述するところがあつた。

VI. 引用參考文獻

1. 藤田　光：植物及動物、11卷4號、1943
2. 池田　實、稻留帶刀、星加敏幸、中山貞雨：滿洲國立農試研究時報、33號、1940
3. 加藤茂苞、安田貞雄：九大農・學藝雜誌、1卷、1925
4. 柳瀨理一郎：植物水分生理、東京、1932
5. Maximov; The plant in relation to water, London, 1929
6. 鈴田　巖：臺灣農業試驗所彙報、181號、1941
7. 玉井虎太郎：臺北帝大農專學術報告、2號、1941
8. 玉井虎太郎：臺灣農會報、3卷2號、1941
9. 玉井虎太郎、岩根　臺：農業及園藝、18卷2號、1943
10. 玉井虎太郎：臺北農林學會報、7卷1號、1943
11. 玉井虎太郎、西田晃二郎：甘蔗と黃麻の生長と土壤水分との關係(未發表)
12. 山本健吾：農業及園藝、18卷3號、1943
13. 吉田啓太郎：日本作物學會紀事、8卷?號、1936

昭和十八年十二月二十日印刷
昭和十八年十二月廿五日發行

臺灣總督府農業試驗所

臺北市榮町一丁目二十八番地
印刷人　　中　村　誠　德

臺北市榮町一丁目二十七番地
印刷所　　松　浦　屋　印　刷　部